

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-129594

(43)Date of publication of application : 16.05.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

(21)Application number : 08-065829

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 22.03.1996

(72)Inventor : OKAMOTO MASAYA  
KAWAI KATSUHIRO  
KATAYAMA MIKIO  
KAJITANI MASARU

(30)Priority

Priority number : 07 63943  
07217294Priority date : 23.03.1995  
25.08.1995

Priority country : JP

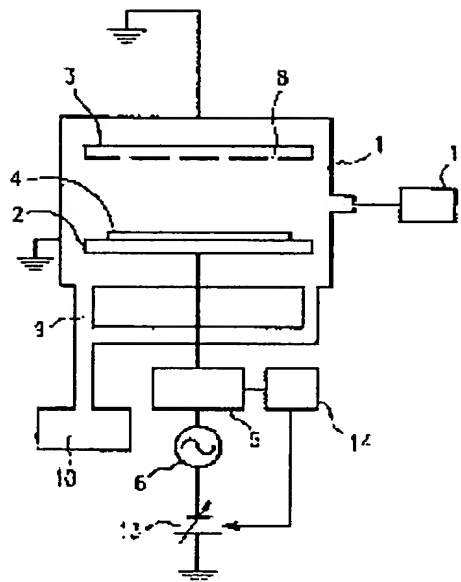
JP

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR DRY ETCHING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a method and an apparatus by which the uniformity of an etching operation is increased and by which the controllability of a pattern size and a pattern cross-sectional shape is excellent by a method wherein a plasma state during the etching operation is detected by the emission analytical method of the plasma and the plasma state is adjusted according to a change in the detected plasma state.

SOLUTION: Regarding a change in a plasma state near the end point of an etching operation, emitted light from a plasma is detected via a window arranged in the wall of a chamber, only light at a specific wavelength is taken out by using an interference filter emission spectral analyzer or a monochromator, the emitted light is detected and analyzed by using a photodiode or the like or the mass of a substance in the plasma is monitored by an analyzer 11, a DC bias power supply is controlled according to the change in the plasma state, and the plasma state is adjusted. Thereby, the uniformity of the etching operation is increased, and the controllability of a pattern size and a pattern cross-sectional shape is made excellent.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-129594

(43) 公開日 平成9年(1997)5月16日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

C

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-65829

(22) 出願日 平成8年(1996)3月22日

(31) 優先権主張番号 特願平7-63943

(32) 優先日 平7(1995)3月23日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平7-217294

(32) 優先日 平7(1995)8月25日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 岡本 昌也

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 川合 勝博

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 片山 幹雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

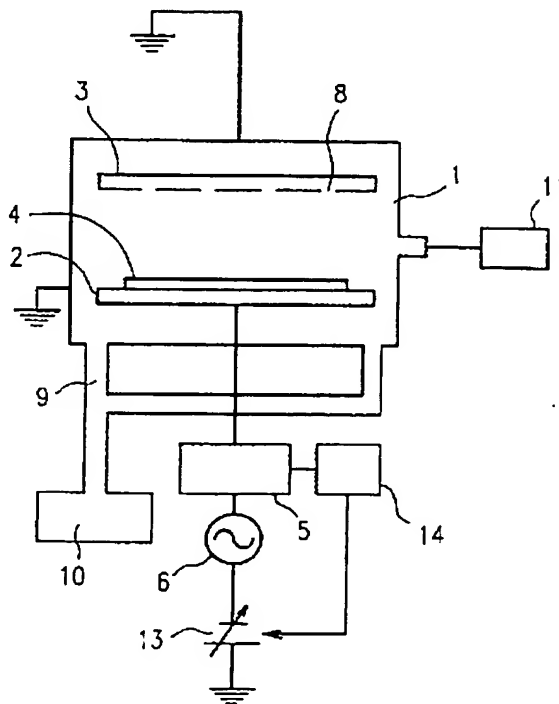
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ドライエッチング方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 エッチングの均一性が高く、パターン寸法並びにパターン断面形状の制御性に優れたドライエッチング方法及び装置を提供する。

【解決手段】 基板上に堆積された膜をエッチングするドライエッチング方法であって、第1電極に電力を印加することによって、反応ガスを含むガス中にプラズマを発生させる工程と、プラズマの発光分析、プラズマ中の物質の質量分析、プラズマの自己バイアス電圧の計測、プラズマのインピーダンスの計測の内の少なくとも1つの方法により、エッチング中のプラズマ状態を検出する工程と、検出されたプラズマ状態の変化に応じて、該プラズマの状態を調整する工程と、を包含する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に堆積された膜をエッチングするドライエッチング方法であって、第1電極に電力を印加することによって、反応ガスを含むガス中にプラズマを発生させる工程と、プラズマの発光分析、プラズマ中の物質の質量分析、プラズマの自己バイアス電圧の計測、プラズマのインピーダンスの計測の内の少なくとも1つの方法により、エッチング中のプラズマ状態を検出する工程と、検出されたプラズマ状態の変化に応じて、該プラズマの状態を調整する工程と、を包含するドライエッチング方法。

【請求項2】 前記プラズマの状態を調整する工程は、前記第1電極に印加する電力を変化させる工程を包含する請求項1に記載のドライエッチング方法。

【請求項3】 前記第1電極に印加する電力は、直流電力または交流電力である請求項2に記載のドライエッチング方法。

【請求項4】 前記第1電極に印加する前記交流電力は、高周波電力またはマイクロ波電力である請求項3に記載のドライエッチング方法。

【請求項5】 前記基板を配置した第2電極に電力を印加する工程を更に包含し、前記プラズマの状態を調整する工程は、該第2電極に印加する電力を変化させる工程を包含する請求項1から4のいずれかに記載のドライエッチング方法。

【請求項6】 前記第2電極に印加する電力は、直流電力である請求項5に記載のドライエッチング方法。

【請求項7】 前記第1及び第2電極に印加する電力は交流電力であって、該第2電極に印加する交流電力の周波数は、該第1電極に印加する交流電力の周波数よりも低い請求項5に記載のドライエッチング方法。

【請求項8】 基板上に堆積された膜をエッチングするドライエッチング方法であって、第1電極に電力を印加することによって、反応ガスを含むガス中にプラズマを発生させる工程と、該基板を配置した第2電極に電力を印加する工程と、を包含し、該第1及び第2電極に印加する電力は交流電力であって、該第2電極に印加する交流電力の周波数は、該第1電極に印加する交流電力の周波数よりも低いドライエッチング方法。

【請求項9】 前記基板が方形であり、前記第2電極のプラズマ形成に寄与する実効的な電極領域が概略方形である請求項8に記載のドライエッチング方法。

【請求項10】 前記ドライエッチングは、平行平板モード、電子サイクロトロン共振モード、ヘリコンモード、の内の1つのモードで行われる請求項1から9のいずれかに記載のドライエッチング方法。

【請求項11】 基板上に堆積された膜をエッチングす

るためのドライエッチング装置であって、反応ガスを含むガス中にプラズマを発生させよう、第1電極に電力を印加する手段と、プラズマの発光分析、プラズマ中の物質の質量分析、プラズマの自己バイアス電圧の計測、プラズマのインピーダンスの計測の内の少なくとも1つの方法により、エッチング中のプラズマ状態を検出する手段と、検出されたプラズマ状態の変化に応じて、該プラズマの状態を調整する手段と、を有するドライエッチング装置。

【請求項12】 前記プラズマの状態を調整する手段は、前記第1電極に印加する電力を変化させる手段を有する請求項11に記載のドライエッチング装置。

【請求項13】 前記第1電極に印加する電力は、直流電力、または交流電力である請求項12に記載のドライエッチング方法。

【請求項14】 前記第1電極に印加する前記交流電力は、高周波電力またはマイクロ波電力である請求項13に記載のドライエッチング装置。

【請求項15】 前記基板を配置した第2電極に電力を印加する手段を更に有し、前記プラズマの状態を調整する手段は、該第2電極に印加する電力を変化させる手段を有する請求項11から14のいずれかに記載のドライエッチング装置。

【請求項16】 前記第2電極に印加する電力は、直流電力である請求項15に記載のドライエッチング装置。

【請求項17】 前記第1及び第2電極に印加する電力は交流電力であって、該第2電極に印加する交流電力の周波数は、該第1電極に印加する交流電力の周波数よりも低い請求項15に記載のドライエッチング装置。

【請求項18】 基板上に堆積された膜をエッチングするためのドライエッチング装置であって、反応ガスを含むガス中にプラズマを発生させるように、第1電極に電力を印加する手段と、該基板を配置した第2電極に電力を印加する手段と、を備え、該第1及び第2電極に印加する電力は交流電力であって、該第2電極に印加する交流電力の周波数は、該第1電極に印加する交流電力の周波数よりも低いドライエッチング装置。

【請求項19】 前記第2電極のプラズマ形成に寄与する実効的な電極領域が概略方形である請求項18に記載のドライエッチング装置。

【請求項20】 前記ドライエッチングは、平行平板モード、電子サイクロトロン共振モード、ヘリコンモードの内の1つのモードで行われる請求項11から17のいずれかに記載のドライエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体集積回路基

板、アクティブマトリクス基板、密着型イメージセンサ等の電子部品を構成する基板上の導電体膜、半導体膜、絶縁体膜にパターン形成するドライエッチング方法及びドライエッチング装置に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】ドライエッチング装置の概略構成図を図9に示す。図9は反応室1の内部下側にカソード電極（基板ホルダー）2、上部側にアノード電極3を配置し、基板ホルダー2上に導電体膜、半導体膜、絶縁体膜等が堆積された半導体集積回路基板、アクティブマトリクス基板、プリント基板等の電子部品を構成する基板4を載置する反応性イオンエッチング（RIE）モードのドライエッチング装置である。図9ではアノード電極3が接地されるとともに、カソード電極2はインピーダンス整合器5を介して高周波プラズマ電源6に接続され、常にプラズマに印加される電力が最大となるように反射波モニター7でフィードバックしながら整合器5のインピーダンスを制御して、高周波プラズマ電圧が印加される。反応室1内へ反応ガス或いは反応ガスを含んだ混合ガスがガス導入口8より導入され、反応室1の下部に設置した排気系配管9より真空ポンプ10により排気減圧される。

【0003】図10は、反応室1の内部下側にアノード電極（基板ホルダー）3、上部側にカソード電極2を配置し、アノード電極3上に導電体膜、半導体膜、絶縁体膜等を堆積した半導体集積回路基板、アクティブマトリクス基板、プリント基板等の電子部品を構成する基板4を載置するプラズマエッチング（PE）モードのドライエッチング装置である。この場合もアノード電極3は接地され、カソード電極2はインピーダンス整合器5を介して高周波プラズマ電源6に接続される。プラズマの整合状態、ガス導入方法、排気方法は上記RIEモードの場合と同様である。

【0004】RIEモード及びPEモードにおいて、ドライエッチングはプラズマを形成するために印加される直流電力、高周波電力或いはマイクロ波電力等の電力が電源6よりインピーダンス整合器5を介してカソード電極2に印加され、常にプラズマに印加される電力が最大となるように反射波モニター7でフィードバックしながら整合器5のインピーダンスが制御される。基板4上の膜はこのプラズマ中に生じたイオン並びにラジカルをさらすことにより、基板4上の膜を物理的に化学的に除去することによりエッチングする。通常、希望の膜パターンを形成するためフォトリソグラフィプロセスにより膜上にフォトリソグラフィーパターンを形成した後上記プロセスが行われる。この場合、RIEモードではイオンによる効果が強く、PEモードではラジカルによる効果が強い。そしてドライエッチングの終了は、時間制御或いはプラズマからの発光等の分析器または質量分析機11等によりエッチング終点を検出して行われる。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】基板上の膜には膜厚或いは膜質の分布が存在し、また、エッチングレートに分布が存在しているため、除去すべき部分の膜全体が基板全面にわたって同時にエッチング終点となることは実質上不可能であり、希望の膜パターン形成のためオーバーエッチングが必要である。

【0006】しかし、基板上の一部の膜のエッチングが終了した時点から、エッチングすべき膜と下地基板或いは膜との導電性の違い等から基板側のチャージの状態が徐々に変化し、エッチングに寄与するイオンの効果に変化が生じるため、オーバーエッチング時のエッチング特性が変化する。このためエッチングの均一性低下やエッチングパターン寸法ならびにパターン断面形状の制御性の低下を招く場合がある。

【0007】図11（a）（b）にガラス等の絶縁性基板21上に金属膜（例えば、Ta、Al）22をテーパ形状にエッチングした場合の例を示す。金属膜22上にはレジストパターン23が形成されている。図11

（a）にオーバーエッチングの少ない部分の断面形状を示すように、この部分では希望のテーパ形状の形成が可能であるが、図11（b）に断面形状を示すように、オーバーエッチングの多い部分では膜22のエッチングが終了し絶縁性基板21が露出するため、基板側の導電状態が変化し、プラズマの自己バイアス電圧が変化する。このためオーバーエッチング時のエッチング特性が変化して良好なテーパが形成されず、またエッチングによるパターンシフト量が増加する。

【0008】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、エッチングの均一性が高く、パターン寸法並びにパターン断面形状の制御性に優れたドライエッチング方法及び装置を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のドライエッチング方法は、基板上に堆積された膜をエッチングするドライエッチング方法であって、第1電極に電力を印加することによって、反応ガスを含むガス中にプラズマを発生させる工程と、プラズマの発光分析、プラズマ中の物質の質量分析、プラズマの自己バイアス電圧の計測、プラズマのインピーダンスの計測の内の少なくとも1つの方法により、エッチング中のプラズマ状態を検出する工程と、検出されたプラズマ状態の変化に応じて、該プラズマの状態を調整する工程とを包含し、そのことによって上記目的が達成される。

【0010】ある実施例では、前記プラズマの状態を調整する工程は、前記第1電極に印加する電力を変化させる工程を包含する。

【0011】ある実施例では、前記第1電極に印加する電力は、直流電力、高周波電力およびマイクロ波電力の

内の少なくとも1つである。

【0012】ある実施例では、前記基板を配置した第2電極に電力を印加する工程を更に包含し、前記プラズマの状態を調整する工程は、該第2電極に印加する電力を変化させる工程を包含する。

【0013】前記第2電極に印加する電力は、直流電力であってもよい。前記第1及び第2電極に印加する電力は交流電力であって、該第2電極に印加する交流電力の周波数は、該第1電極に印加する交流電力の周波数よりも低くてもよい。

【0014】本発明のドライエッチング方法は、基板上に堆積された膜をエッチングするドライエッチング方法であって、第1電極に電力を印加することによって、反応ガスを含むガス中にプラズマを発生させる工程と、該基板を配置した第2電極に電力を印加する工程とを包含し、該第1及び第2電極に印加する電力は交流電力であって、該第2電極に印加する交流電力の周波数は、該第1電極に印加する交流電力の周波数よりも低く、そのことによって上記目的が達成される。

【0015】前記基板が方形であり、前記第2電極のプラズマ形成に寄与する実効的な電極領域が概略方形であることが好ましい。

【0016】本発明のドライエッチング装置は、基板上に堆積された膜をエッチングするためのドライエッチング装置であって、反応ガスを含むガス中にプラズマを発生させよう、第1電極に電力を印加する手段と、プラズマの発光分析、プラズマ中の物質の質量分析、プラズマの自己バイアス電圧の計測、プラズマのインピーダンスの計測の内の少なくとも1つの方法によって、エッチング中のプラズマ状態を検出する手段と、検出されたプラズマ状態の変化に応じて、該プラズマの状態を調整する手段とを備え、そのことによって上記目的が達成される。

【0017】ある実施例では、前記プラズマの状態を調整する手段は、前記第1電極に印加する電力を変化させる手段を有する。

【0018】ある実施例では、前記第1電極に印加する電力は、直流電力、高周波電力およびマイクロ波電力の内の少なくとも1つである。

【0019】ある実施例では、前記基板を配置した第2電極に電力を印加する手段を更に有し、前記プラズマの状態を調整する手段は、該第2電極に印加する電力を変化させる手段を有する。

【0020】前記第2電極に印加する電力は、直流電力であってもよい。

【0021】前記第1及び第2電極に印加する電力は交流電力であって、該第2電極に印加する交流電力の周波数は、該第1電極に印加する交流電力の周波数よりも低くてもよい。

【0022】本発明のドライエッチング装置は、基板上

に堆積された膜をエッチングするためのドライエッチングする装置であって、反応ガスを含むガス中にプラズマを発生させるように、第1電極に電力を印加する手段と、該基板を配置した第2電極に電力を印加する手段とを備え、該第1及び第2電極に印加する電力は交流電力であって、該第2電極に印加する交流電力の周波数は、該第1電極に印加する交流電力の周波数よりも低く、そのことによって上記目的が達成される。

【0023】前記第2電極のプラズマ形成に寄与する実効的な電極領域が概略方形であることが好ましい。

【0024】本発明は、エッチング中のプラズマ状態を、プラズマからの発光分析、プラズマ中の物質の質量分析、プラズマの自己バイアス電圧の計測、プラズマのインピーダンスの計測等によりモニターし、プラズマ状態の変化に応じて、プラズマの状態を制御するので、プラズマのセルフバイアス電圧等の変化を打ち消すことができ、そのためエッチング特性の均一性を向上させる。また、オーバーエッチング時のエッチング特性を制御し、エッチングの均一性低下を防止し、エッチングパターン寸法並びにパターン断面形状の制御性を改善することができる。プラズマの状態は、プラズマを発生させるための電力を調整することによって行うことができる。また、被エッチング膜を有する基板に印加する電力を調整してもよい。

【0025】さらに、プラズマを発生させるために交流電力を用いる場合は、被エッチング膜を有する基板にその交流電力よりも周波数の低い交流電力を印加することによって、同様の効果が得られる。基板を設置しない側の電極に印加するRF高周波電力によりプラズマ密度や活性種等の主たるプラズマの状態が決定され、基板を設置する側の電極に印加する周波数の低い側の電力により、基板に到達するイオン等の反応種や電子等の入射量や入射エネルギーが決まる。従ってプラズマの密度と基板へ入射する荷電粒子をほぼ独立に制御できるので、エッチングレート等の特性を維持しつつ基板のチャージアップの状態を制御し、オーバーエッチング時のエッチング特性を制御することが可能となる。

【0026】

【発明の実施の形態】図1及び2を参照しながら実施例1及び2を説明する。本発明の実施例として、まず図1に示す実施例1について説明する。この例は基板4をカソード2側に設置したいわゆるRIE(Reactive Ion Etching)モードのドライエッチング方法並びに装置である。エッチング室1の基本的な構造は上記図9と同様であるので、同一部分に同一符号を付した。この実施例はDCバイアス電源13を高周波電源6の接地側(又はインピーダンス整合器5と高周波電源6の間でもよい)に直列に接続する。あるいは図2に示す実施例2のように、基板を設置する電極2とインピーダンス整合器5の間に低域通過フィルタ15を介して高

周波電源6に並列に接続する。図1、図2の実施例において、インピーダンス整合器5の電圧、電流等の測定器14はプラズマのインピーダンス或いは自己バイアス電圧を計測し、これによりDCバイアス電源13を制御するものである。DCバイアス電源13は通常の定電圧直流電源よりなるが、図2の実施例のように陰極側に接続する際には高周波がDCバイアス電源に入らないよう間に低域通過フィルタ15を挿入する。

【0027】なお、自己バイアス電圧は整合器に印加される電圧の直流成分を回路フィルタによって取り出すことによって測定される。プラズマのインピーダンスは、整合器のインピーダンスの値を測定し、入射電圧及び電流の値から、算出することによって、求められる。

【0028】上記測定器14は、印加電圧、電流の計測により入力インピーダンスを計算し、インピーダンス整合器中の可変容量、インダクタンスの値を計測して、これらの値よりプラズマのインダクタンスを導き出すものであり、具体的には印加電圧、電流を計測する回路部分と、整合器中の可変容量、インダクタンスを計測する部分と、これらの計測値よりインピーダンスを計算するコンピュータ部分より構成されている。そして測定器14はエッチングの終点付近におけるプラズマ状態の変化を、プラズマのインピーダンス或いは自己バイアス変化として計測し、DCバイアス電源13の電圧を通常初期設定電圧(0~500ボルト)の状態から、これらの変化に応じて制御した。

【0029】図1、図2に示したドライエッチング方法により得られた結果を、図8にガラス等の絶縁性基板21上の金属膜(例えば、Ta, Al)22をテーパエッチングした場合の例を示す。23はレジストである。オーバーエッチングの少ない部分の断面形状を図8

(a)、オーバーエッチングの多い部分の断面形状を図8(b)に示すが、本発明のこの実施例の場合は両部分共に良好なテーパが形成された。これは、エッチング終点付近の基板表面の導電性の変化により変化したプラズマの自己バイアスの変化をDCバイアスを変化させることにより補償し、基板4上でのエッチング特性の変化を平均化し、エッチング特性の均一性が向上するためである。

【0030】本実施例の場合、エッチングガス中に酸素を加え、その比率、あるいは他のパラメータによりレジストのエッチングレイトを制御して、レジストを後退させながらエッチングすることにより、テーパを形成することができる。

【0031】本実施例におけるテーパの形成方法は、ある程度の異方性を有するエッチングの条件(イオンがエッチングに関与する)で、レジスト膜と被エッチング膜とを同時にエッチングすることにより、レジストのテーパ形状を反映したエッチングテーパ形状が被エッチング膜に形成される。また、オーバーエッチング時に

は、基板がチャージアップすることにより、基板に入射するイオンの量やエネルギー量に変化するが、本発明の方法によって、その変化を低減することにより、オーバーエッチング時のエッチング特性の変化を抑制することによって、良好な形状のテーパを形成することができる。

【0032】図3に示す実施例3によるドライエッチング方法の場合は、プラズマと電極2の間のバイアス電圧はDCバイアス電源13の電圧で決まるが、基板4の表面とプラズマの間の電位は基板4の表面の導電状態により変化するため、エッチング終点付近のプラズマのインピーダンスの変化を分析器11よりフィードバックしてDCバイアス電源13の電圧を制御することにより図1、図2の場合と同様の効果が得られた。

【0033】また、図4に示す実施例4のように、エッチングの終点付近に於けるプラズマ状態の変化を、プラズマからの発光分析或いはプラズマ中の物質の質量を分析器11によりモニターし、DCバイアス電源13を制御する場合も同様の結果が得られる。本実施例では、RIEモードのドライエッチング方法の例を示したが、アノード側に基板を設置するプラズマモードのドライエッチング方法の場合や、またこれらのように平行平板電極方式ではなく、マイクロ波(ECRモードを含む)や、誘導結合モードや、ヘリコンモードによりプラズマ形成し、そこから引き出したラジカルやイオンによりエッチングを行う方法の場合にも基板を設定する電極側にDCバイアス電源を接続することにより同様の効果が得られる。

【0034】プラズマの発光分析は以下のようにして行うことができる。チャンバーの壁に配置された窓を介してプラズマからの発光を検出し、干渉フィルタやモノクロメーターを用いて特定波長の光のみを取り出し、フォトダイオード等を用いて検出する。また、光電子増倍管等を用いて増幅してから発光強度を測定してもよい。

【0035】プラズマからの発光の波長は、プラズマ中に存在する化学種に依存するので、発光の波長から化学種の同定ができ、発光強度から化学種を定量することができる。

【0036】また、チャンバーの壁に設けられた孔から、放電中の気体の極一部を抜き取り、質量分析することによって、プラズマ中の化学種の同定及び定量を行うことができる。

【0037】次に、図5に示す実施例5について説明する。エッチングの終点付近に於けるプラズマ状態の変化によるインピーダンス或いは自己バイアスの変化を計測器14により計測し、これにより高周波電源6の出力並びにインピーダンス整合器5の整合状態を制御した。

【0038】更に本発明の実施例6を図6に示す。この実施例は図10に示すPEモードのドライエッチング装置と同様であるので、同一部分に同一符号を付した。こ

の実施例では、アノード電極3にインピーダンス整合器16を介してカソード電極2に接続された高周波電源6の周波数以下の周波数の電源17を接続し、かつインピーダンス整合器5並びに16における電圧、電流、回路定数等を測定する装置11により、プラズマのインピーダンス或いはアノード電極側の自己バイアス電圧を計測し、これにより電源17の出力電圧を制御する。

【0039】測定機11はエッチング中のプラズマ状態の変化をインピーダンス整合器5並びに16における電圧、電流、回路定数等を測定からプラズマのインピーダンス或いは自己バイアス電圧の変化として計測する装置で、この変化に応じて電源17の出力パワーが制御可能である。制御範囲は基板サイズ等により適宜選択される。

【0040】上記本発明の別の実施例により得られた結果を図8に示す。この実施例ではガラス等の絶縁性基板上の金属膜（例えば、Ta、Al、Cr、Mo、他これらの合金）22をドライエッチングし、テーパーを形成した。エッチングガスにはCF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>等の fluorine 系ガスと酸素等の混合ガスを主として用いた。ただし、AlのドライエッチングにはBCl<sub>3</sub>等の塩素系ガスが必要である。従来のドライエッチング方法の場合、テーパー形状の制御性とエッチングレイトの両立性からRIEモードのドライエッチング方式が用いられることが多い。この実施例のエッチング方法では上部電極であるカソード電極2に高周波電力（電源6）を印加し高密度のプラズマを生成し、基板21を設置する下部電極であるアノード電極に電源6の周波数以下の電源17により電力を供給することにより、基板上に形成されるプラズマの自己バイアス電圧を独立して制御すると同時に、この自己バイアス電圧をエッチング終了付近のプラズマのインピーダンス等の変化に応じて電源17の出力電圧により制御した。

【0041】この方法により図8に示すように、オーバーエッチングの多い部分も、オーバーエッチングの少ない部分もほぼ同様の良好なテーパーが形成された。これはエッチング終了付近の基板表面の導電性の変化により変化したプラズマの自己バイアス電圧の変化を電源17の電力を変化させることにより補償し、基板4上でのエッチング特性のばらつきを平均化し、エッチング特性の均一性が向上するためである。また、この方法では基板21に交流電力が供給されているため基板21表面とプラズマ間の自己バイアス電圧をより効率的に制御可能である。

【0042】図7に示す実施例7による方法は、プラズマ状態の変化をプラズマからの発光分析或いはプラズマ中の質量分析12により検出する方法で、この場合も図8に示す結果が得られた。

【0043】更に、実施例8として、図12に示すエッチング装置の例について説明する。エッチング室の基本

的な構造は上記図10のPEモードのドライエッチング装置と同様であるので、同一部分に同一符号を付した。図12に示す実施例は、図10のPEモードのドライエッチング装置においてアノード電極3となる側の電極に、ガラス基板等の絶縁性基板（アクティブマトリクス基板等の場合一般に角型基板）を設置する機構を形成し、かつインピーダンス整合器14を介して他方の電極2に接続された高周波電源6の周波数より低い（通常10分の1以下）の周波数の電源17aを接続した。高周波電源6の周波数として、現在一般的には、13.56MHzが使用されているが、他の高周波を用いることもできる。

【0044】図12に示した方法により得られた結果の例として図8に示すガラス等の絶縁性基板上の金属膜（例えばTa、Al、Cr、Mo、他これらの合金等）22をドライエッチングし、テーパーを形成する場合の例を示す。エッチングガスにはCF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>等の fluorine 原子を含んだガスと酸素等の混合ガスを主として用いた。ただし、AlのドライエッチングにはBCl<sub>3</sub>等の塩素系ガスが必要である。従来のドライエッチング方法の場合、テーパー形状の制御性とエッチングレイトの両立性からRIEモードのドライエッチング方式がとられることが多いが、本エッチング方法では上部電極2に高周波電力（電源6）を印加し高密度のプラズマを生成し、基板21を設置する下部電極に電源6の周波数より低い周波数の電源17aにより電力を印加することにより、基板上に到達する荷電粒子の量とエネルギーを制御することが可能となる。

【0045】この方法により図8に示したようにオーバーエッチング時の急激なエッチング特性の変化は改善され、良好なテーパー形状が形成された。

【0046】本実施例の方法では、基板を設置しない側の電極に印加するRF高周波電力によりプラズマ密度や活性種等の主たるプラズマの状態が決定され、基板を設置する側の電極に印加する周波数の低い側の電力により、基板に到達するイオン等の反応種や電子等の入射量や入射エネルギーが決まる。従ってプラズマの密度と基板へ入射する荷電粒子をほぼ独立に制御できるので、エッチングレイト等の特性を維持しつつ基板のチャージアップの状態を制御し、オーバーエッチング時のエッチング特性を制御することが可能となる。

【0047】なお、上記実施例以外に、基板として半導体集積回路基板、アクティブマトリクス基板、密着イメージセンサ、プリント基板等の電子部品を構成する基板を用いることが可能であり、また、パターン形成する膜として、金属膜以外に導電膜、半導体膜、絶縁膜等、種々の材料のエッチングに本発明を適用することができ

る。【0048】例えば、基板としては、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板及び表面に絶縁膜を形成したS



i等の半導体基板を用いることができる。また、被エッチング膜としては、Ta、Ta<sub>2</sub>N、TaMo、TaW、W、Mo、Al、AlSi、AlCu、n'-Si、ITO、SnO<sub>2</sub>、Cr等を挙げることができる。また、これらの被エッチング膜の厚さは、10nm～数μmの範囲まで適用できる。エッチングガスとしては、Ta膜に対してはO<sub>2</sub>を混合したCF<sub>4</sub>やO<sub>2</sub>を混合したSF<sub>6</sub>が好ましいが、HCl、Cl<sub>2</sub>、BCl<sub>3</sub>、He、Ar、H<sub>2</sub>などを用いることができる。

【0049】

【発明の効果】本発明の方法によりドライエッチングによるエッチングの均一性を改善し、エッチングパターン寸法並びにパターン断面形状の制御性を改善することができ、このことにより電子部品の特性均一性の向上、製造マージンの向上が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例によるドライエッチング装置の概略図である。

【図2】第2実施例によるドライエッチング装置の概略図である。

【図3】第3実施例によるドライエッチング装置の概略図である。

【図4】第4実施例によるドライエッチング装置の概略図である。

【図5】第5実施例によるドライエッチング装置の概略図である。

【図6】第6実施例によるドライエッチング装置の概略図である。

【図7】第7実施例によるドライエッチング装置の概略図である。

\*【図8】本発明のドライエッチング方法によってエッチングされた基板の断面図である。

【図9】従来のドライエッチング装置の概略図である。

【図10】従来の他のドライエッチング装置の概略図である。

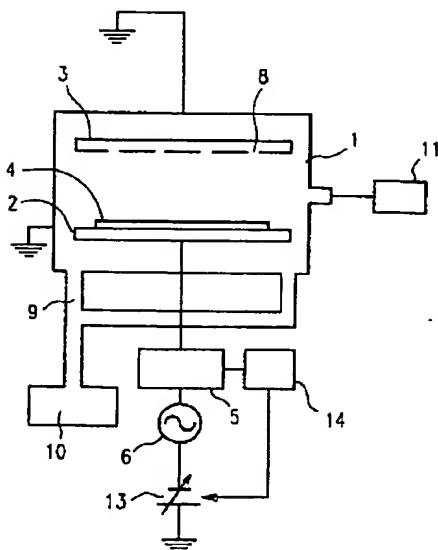
【図11】従来の方法によりエッチングされた基板の断面図である。

【図12】第8実施例によるドライエッチング装置の概略図である。

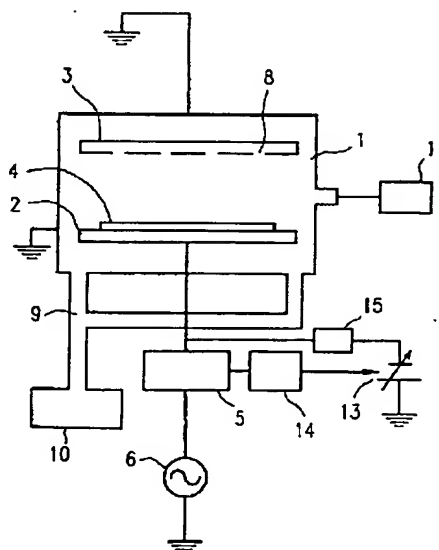
10 【符号の説明】

- 1 反応室
- 2 カソード電極
- 3 アノード電極
- 4 基板
- 5 インピーダンス整合器
- 6 高周波電源
- 7 反射波モニター
- 8 ガス導入口
- 9 排気系配管
- 20 10 真空ポンプ
- 11 プラズマ発光分析機又は質量分析機
- 13 DCバイアス電源
- 14 プラズマ自己バイアス計測器又はプラズマインピーダンス計測器
- 15 低域遮断フィルタ
- 16 インピーダンス整合器
- 17、17a 交流電源
- 21 基板
- 22 金属膜
- \*30 23 レジスト

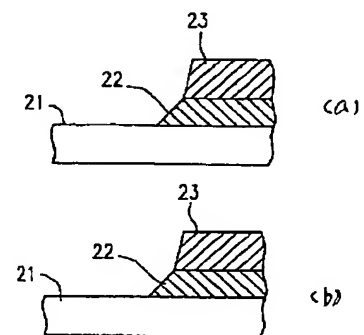
【図1】



【図2】

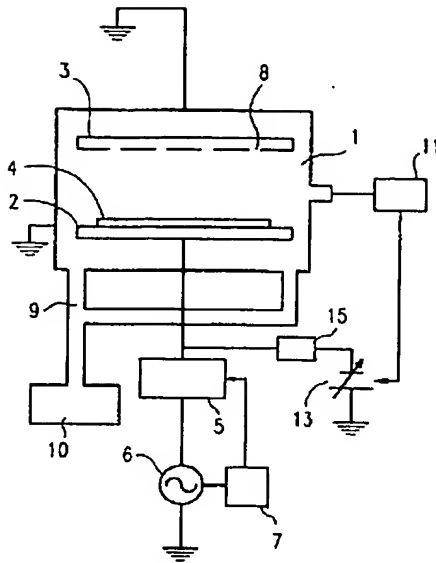


【図8】

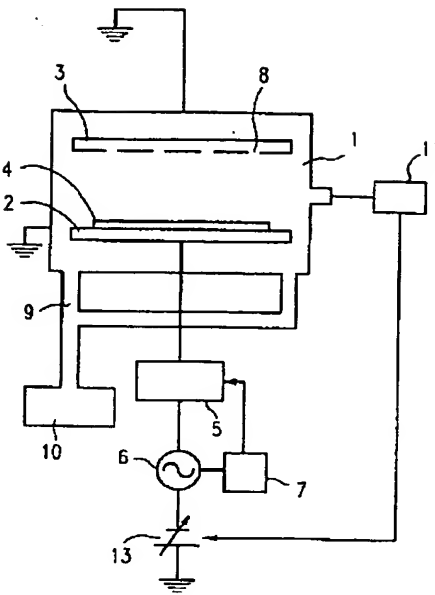




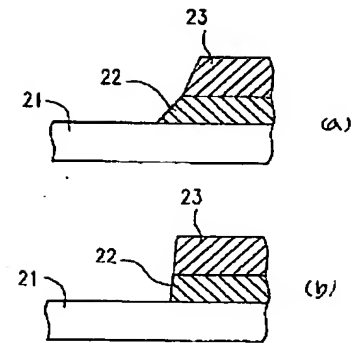
【図3】



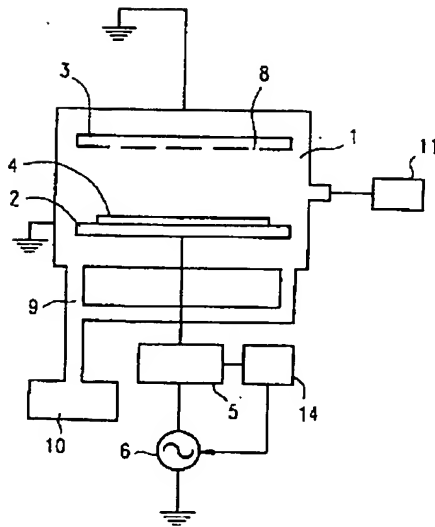
【図4】



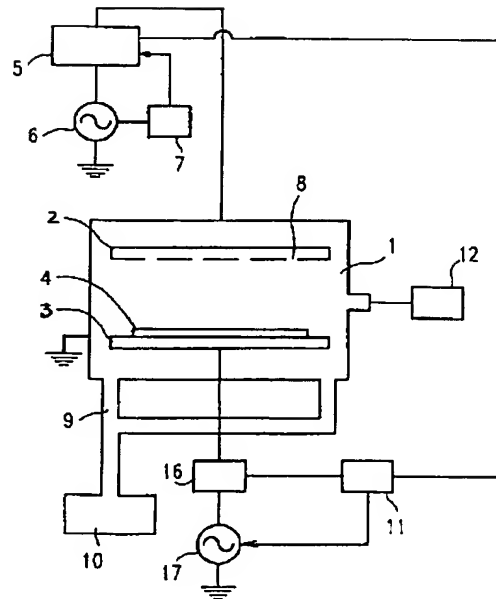
【図11】



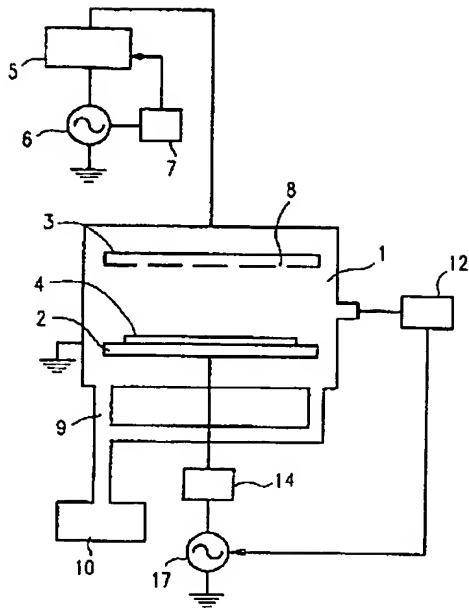
【図5】



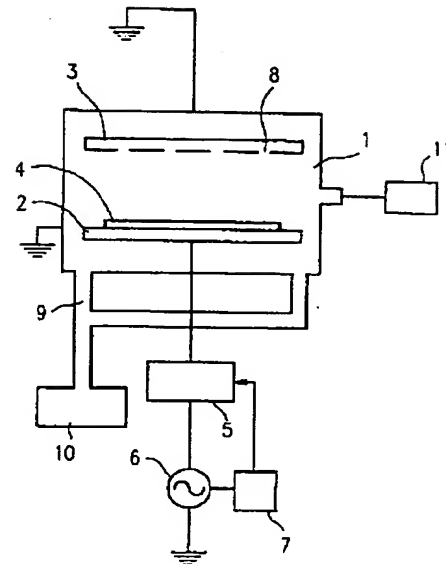
【図6】



【図7】

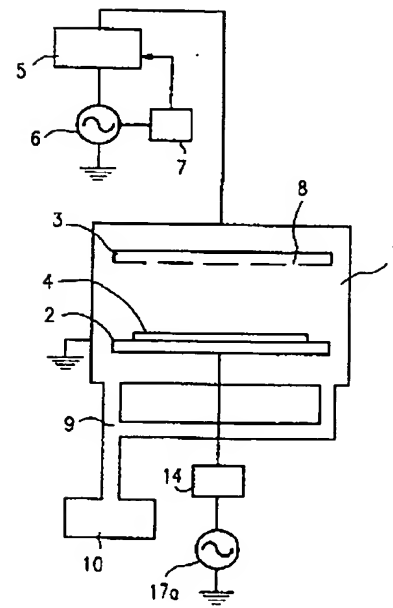
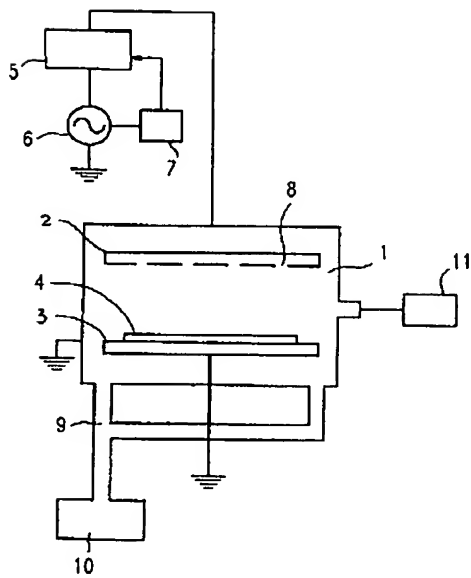


【図9】



【図12】

【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 梶谷 優  
大阪府大阪市阿倍野区长池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内